

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-075526

(43)Date of publication of application : 15.03.1990

(51)Int.Cl.

B65G 53/52

(21)Application number : 63-226158

(71)Applicant : ULVAC CORP

(22)Date of filing : 09.09.1988

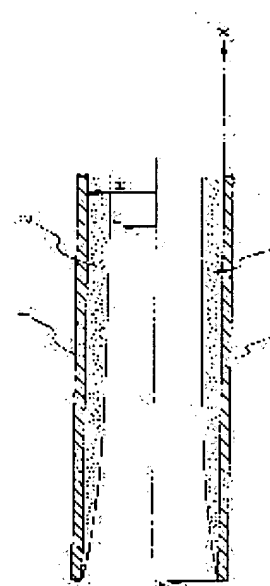
(72)Inventor : NARUSE FUMIO

(54) PREVENTION OF PARTICLE FROM ADHERING

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent particles transported through a tube from adhering to the inner wall of the tube by increasing the temperature of the inner wall of the tube in proportion to the product of a power series of the distance x from the tube inlet and the real number power of the distance x .

CONSTITUTION: When particles transported on the gas flow through a slender tube 1 of the radius R adhere to the inner wall of the tube as a result of diffusion due to the Brownian motion, a very thin concentration boundary layer 2 is formed near the tube inner wall because the diffusion factor is very small. While the particles go through the boundary layer 2 and adhere to the inner wall, the adhesion of the particles due to the diffusion caused by the Brownian motion is prevented because the surface temperature of the inner wall of the tube is made to increase in proportion to the product of a power series of the distance x from the tube inlet and the real number power of the distance x and because the temperature gradient of the gas is brought to a required value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

平2-75526

⑬ Int. Cl.⁵
B 65 G 53/52

識別記号

庁内整理番号
8611-3F

⑭ 公開 平成2年(1990)3月15日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 微粒子付着防止方法

⑯ 特 願 昭63-226158

⑰ 出 願 昭63(1988)9月9日

⑱ 発 明 者 成 瀬 文 雄 神奈川県横浜市港北区大豆戸町808-2 大倉山ハイム8-1001

⑲ 出 願 人 日本真空技術株式会社 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

明細書

1. 発明の名称

微粒子付着防止方法

2. 特許請求の範囲

気体の流れによって微粒子を輸送する管を加熱し、管内壁の表面温度を、管入口からの距離 x のべき級数と、距離 x の実数乗との積に比例して増加させることを特徴とする微粒子付着防止方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は管中を輸送される微粒子の管内壁への付着を防止する方法に関するものである。

(従来の技術)

気体の流れによって細長い円管中を輸送される微粒子は、重力による沈着やブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することが知られている。特に、粒径 $1\mu\text{m}$ 以上の微粒子は主として重力による沈着によって管内壁に付着し、また粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微粒子はブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することが知られている。

そこで、この微粒子の管内壁への付着、特にブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することを防止するために、円管を加熱することが知られているが、従来は管内壁のすべての場所における温度が等温になるように円管を加熱する方法がとられていた。

(発明が解決しようとする課題)

従来の方法のように管内壁のすべての場所における温度が等温になるように円管を加熱する場合、円管中を流れる気体の管内壁の近傍における管内壁に垂直方向の温度勾配は、円管が長くなるにしたがって指数関数的に減少するために、微粒子の管内壁への付着を防止する熱泳動力も指数関数的に減少するようになる。そのため、円管の長さが一定以上になると、円管中を流れる気体と管内壁との温度が同一になり、円管を加熱する利点がなくなって、微粒子が管内壁に付着する欠点が生じていた。

この発明の目的は従来の方法のもつ欠点を解決して、管中を輸送される微粒子が管内壁に付着す

ることを防止する方法を提供することである。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、この発明に係る微粒子付着防止方法は、気体の流れにのって微粒子を輸送する管を加熱し、管内壁の表面温度を、管入口からの距離 x のべき級数と、距離 x の実数乗との積に比例して増加させることを特徴としている。

(実施例)

以下、この発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図はこの発明の実施例を示す説明図で、真直ぐな円管の長手方向に x 軸、この x 軸と直角に y 軸、円管の管軸より半径方向に r 軸をとっている。同図において、内径の半径が R の細長い円管1中を気体の流れにのって輸送される微粒子(図示せず)が、ブラウン運動による拡散によって管内壁に付着する場合、拡散係数が小さいため、管内壁の近傍では極めて薄い濃度境界層2が形成されるようになる。微粒子はこの濃度境界層2を

通って管内壁に付着するようになるが、微粒子の管内壁への付着を防止するために、円管1を加熱すると、円管1中を流れる気体に熱泳動力が働き、熱泳動速度が誘起されるようになる。

そこで、この熱泳動速度を入れた濃度境界層方程式は、微粒子濃度を C 、気体の流れの x 、 y 成分を u 、 v 、熱泳動速度を U_x 、拡散係数を D とすると、次の(1)式で示されるようになる。

$$u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + U_x \frac{\partial C}{\partial y} = D \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \quad \dots (1)$$

また、その境界条件は次の(2)式で示されるようになる。

$$\text{濃度境界層の外で } C = C_0, \text{ 管内壁で } C = 0 \quad \dots (2)$$

上記境界条件を入れて、濃度境界層方程式を解くと、熱泳動速度と微粒子の付着量の減少割合(熱泳動速度が零である場合に対し、熱泳動速度がある場合の割合)との関係が求まるから、微粒子の付着量の減少割合を所望の値に指定すれば、濃度境界層2内における熱泳動速度が得られる。また一方、微粒子の熱泳動速度と微粒子が置かれている気体の温度勾配はある関係式、即ち熱泳動の

式を満たさねばならないから、熱泳動速度が分れば、管内壁の近傍における気体の温度勾配が決定される。このような温度勾配を実現するためには、管内壁の表面温度を適切な値にしなければならぬが、この値は気体の流れの温度方程式を解くことによって求まる。

・気体の流れの温度方程式は、温度拡散率を χ 、気体の流れの x 、 r 成分を u 、 v 、とすると、次の(3)式で示されるようになる。

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial r} = \chi \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right) \quad \dots (3)$$

上記(3)式を解き、円管入口の気体の温度を T_0 、円管入口における管内壁の表面温度を T_{w0} 、この管内壁の表面温度 T_{w0} と上記円管入口の気体の温度 T_0 との差を ΔT とすると、円管入口からの距離 x だけ離れた点における管内壁の表面温度 T_w は、次の(4)又は(5)式に示されるようになる。

$$T_w = T_{w0} + A_1 \times x^{1/3} \times \left(1 + B_1 / x + B_2 / x^2 + \dots + B_n / x^n + \dots \right) \quad \dots (4)$$

$$T_w = T_0 + \Delta T + A_1 \times x^{1/3} \times \left(1 + B_1 / x + B_2 / x^2 + \dots + B_n / x^n + \dots \right) \quad \dots (5)$$

ただし、 A_1 は上記微粒子の付着量の減少割合等の種々のパラメータに依存するが、 x には依存しない量である。 B_1 、 B_2 、 \dots は係数である。

したがって、上記(4)及び(5)式より、気体の流れにのって微粒子を輸送する円管を加熱する場合、管内壁の表面温度は、 $(1 + B_1 / x + B_2 / x^2 + \dots + B_n / x^n + \dots)$ で示される円管入口からの距離 x のべき級数と、距離 x の $2/3$ 乗との積に比例して増加させる必要があることを示している。

しかしながら、上記(4)及び(5)式において、 $(1 + B_1 / x + B_2 / x^2 + \dots + B_n / x^n + \dots)$ で示される円管入口からの距離 x のべき級数の x による変化の割合は $x^{1/3}$ に比べて小さいため、管内壁の表面温度は、近似的に、円管入口からの距離 x のほぼ $2/3$ 乗に比例して増加させてもよい。

この発明の実施例では、気体の流れによって微粒子を輸送する円管を加熱する際、管内壁の表面温度は、上記(4)及び(5)式にしたがって、円管入口からの距離 x のべき級数と、距離 x の2/3乗との積に比例して増加させる方法がとられている。

このような方法をとることによって、管内壁の近傍における気体の温度勾配が所望の状態となり、そしてこの温度勾配より熱泳動の式を用いて決定される熱泳動速度が、初めに仮定された微粒子の付着量の減少割合を満足するような濃度境界層方程式の解となり、微粒子がブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することが所望の減少割合で防止されることになる。

なお、上記(5)式を変形すると、次の(6)式に示されるようになる。

$$T_w - T_0 = \Delta T + A_1 \times x^{1/3} \times \{1 + B_1 / x + B_2 / x^2 + \dots + B_n / x^n + \dots\} \quad (6)$$

この(6)式に基づいて図示したのが第2図である。

第2図は横軸に円管入口からの距離 x 、縦軸に

がら、円管の中心軸の曲率が特に大きくない曲管の場合には、2次流と呼ばれる流れの影響は小さい。そのため、微粒子を輸送する円管が曲管になっている場合においても、真っ直ぐな円管を加熱するときと同様の加熱がなされてよい。

次に、微粒子を輸送する管の横断面が楕円、あるいは四角形、三角形のような多角形などの円以外の形状の断面をもつ直管または曲管の場合、横断面があまり偏平にならない限り、これらの管の横断面の断面積を A とすると、これらの管における微粒子の付着量は、 $R = (A/\pi)^{1/3}$ の半径をもつ円管の場合に予想される結果とほぼ同様である。したがって、これらの管の加熱は $R = (A/\pi)^{1/3}$ の半径をもつ円管の加熱と同様になる。

(発明の効果)

この発明は、気体の流れによって微粒子を輸送する管を加熱して、管内壁の表面温度を、管入口からの距離 x のべき級数と、距離 x の実数乗との積に比例して増加させているので、気体の温度勾

$T_w - T_0$ をとり、微粒子の付着量の減少割合を 10^{-4} 、管内径の半径を $R = 3 \text{ mm}$ 、円管入口の気体の温度を $T_0 = 288^\circ \text{ K}$ 、円管内を流れるArガスの流量を $Q = 1317 \text{ sccM}$ 、微粒子の粒径をそれぞれ $d = 0.05 \mu\text{m}$ 、 $d = 0.03 \mu\text{m}$ 、 $d = 0.01 \mu\text{m}$ としたとき、円管入口からの距離 x における管内壁の表面温度 T_w と、円管入口の気体の温度 T_0 との温度差を示すグラフで、このグラフは温度差が円管入口からの距離 x のほぼ2/3乗に比例して増加することを示している。第2図によれば、微粒子の粒径が $d = 0.03 \mu\text{m}$ 以上であれば温度差は 100° C 以内であるが、粒径が $d = 0.01 \mu\text{m}$ に近づけば温度差は数百度に達することなどが分かる。

なお、上記実施例は真っ直ぐな円管を加熱する場合について説明しているが、微粒子を輸送する円管が曲管になっているときには、円管の中心軸方向の気体の流れは真っ直ぐな円管のときとほぼ同様の流れとなっても、円管の中心軸に垂直な面内では2次流と呼ばれる流れが生じる。しかしな

配が所望の状態となって、微粒子がブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することが防止されるようになる。

4. 図面の簡単な説明

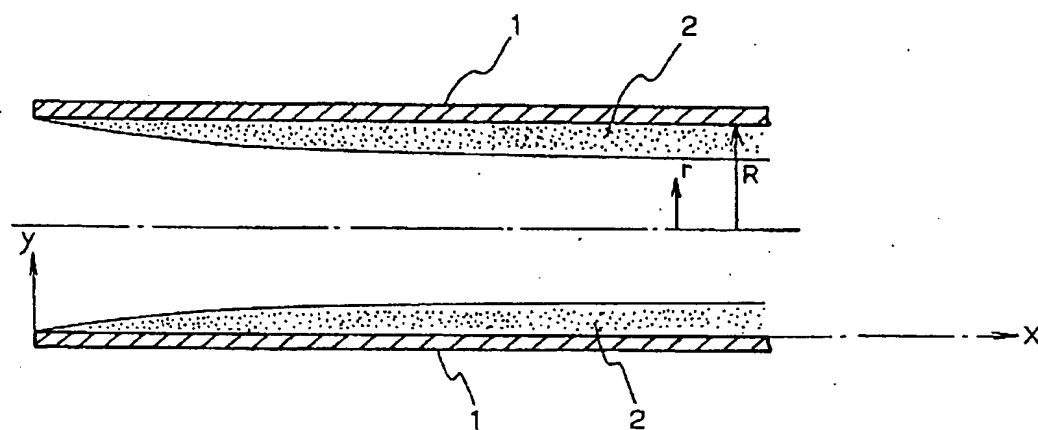
第1図はこの発明の実施例を示す説明図、第2図は円管入口からの距離 x における管内壁の表面温度 T_w と、円管入口の気体の流れの温度 T_0 との温度差を示すグラフである。

図中、

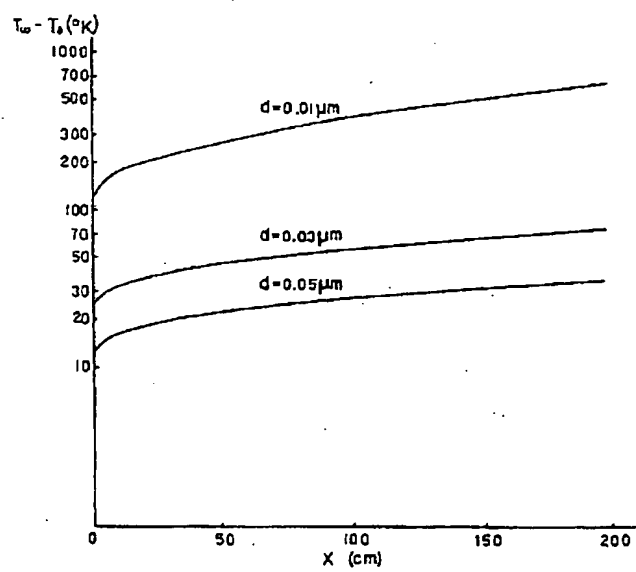
1 円管

2 濃度境界層

第 1 図



第 2 図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第2部門第7区分
 【発行日】平成8年(1996)10月29日

【公開番号】特開平2-75526
 【公開日】平成2年(1990)3月15日
 【年通号数】公開特許公報2-756
 【出願番号】特願昭63-226158
 【国際特許分類第6版】

B65G 53/52

【F I】

B65G 53/52

7716-3F

手続補正書

平成 7年 9月11日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和 63 年 特 許 願 第 226158 号

2. 発明の名称

微 粒 子 付 着 防 止 方 法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

名 称 日本真空技術株式会社

4. 代 理 人

〒105 住 所 東京都港区西新橋1丁目1番15号
物産ビル別館 ☎ (3591) 0261

(5645)氏 名 八 木 田

茂



5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄及び図面

6. 補正の内容

(1)明細書第7頁第1行～第10頁第3行の記載を以下のように補正する。

「この発明の実施例では、気体の流れによって微粒子を輸送する円管を加熱する際、管内壁の表面温度は、上記(4)及び(5)式にしたがって、円管入口からの距離 x のべき乗と、距離 x の2/3乗との積に比例して増加させる方法がとられている。

このような方法をとることによって、管内壁の近傍における気体の温度勾配が所望の状態となり、そしてこの温度勾配より熱泳動の式を用いて決定される熱泳動速度によって、初めに仮定された微粒子の付着量の減少割合を満足するような濃度境界層方程式の解が得られる。したがって、微粒子がブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することが所望の減少割合で防止されることになる。

なお、上記(5)式を変形すると、次の(6)式に示されるようになる。

$$T_w - T_0 = \Delta T + A_1 \times x^{1/3} \times \{1 + B_1 / x + B_2 / x^2 + \dots + B_n / x^n + \dots\} \quad (6)$$

この(6)式に基づいて図示したのが第2図である。

第2図は横軸に円管入口からの距離 x 、縦軸に $T_w - T_0$ をとり、微粒子の付着量の減少割合を10%、管内径の半径を $R=3\text{mm}$ 、円管入口の気体の温度を $T_0=28^\circ\text{K}$ 、円管内を流れるArガスの流量を $Q=1317\text{cc/d}$ 、微粒子の粒径をそれぞれ $d=0.05\mu\text{m}$ 、 $d=0.03\mu\text{m}$ 、 $d=0.02\mu\text{m}$ としたとき、円管入口からの距離 x における管内壁の表面温度 T_w と、円管入口の気体の温度 T_0 との温度差を示すグラフで、このグラフは温度差が円管入口から距離 x のほぼ2/3乗のみに比例して増加することを示している。第2図によれば、 $x=100\text{mm}$ まで考えるとき $T_w - T_0$ は、 $d=0.05$ 、 0.03 、 $0.02\mu\text{m}$ のとき、それぞれ、約150、300、600°Kに達することができ。

なお、上記実施例は真っ直ぐな円管を加熱する場合について説明しているが、微粒子を輸送する円管が曲管になっているときには、円管の中心軸方向の気体の流れは真っ直ぐな円管のときとは同様の流れとなっても、円管の中心軸に垂直

第 2 図

な面内では2次流と呼ばれる流れが生じる。しかしながら、円管の中心軸の曲率が特に大きくない曲管の場合には、2次流と呼ばれる流れの影響は小さい。そのため、微粒子を輸送する円管が曲管になっている場合には、真っ直ぐな円管を加熱するとき同様の加熱がなされてよい。

次に、微粒子を輸送する管の横断面が楕円、あるいは四角形、三角形のような多角形などの円以外の形状の断面をもつ直管または曲管の場合、横断面があまり偏平にならない限り、これらの管の横断面の断面積をAとすると、これらの管における微粒子の付着量は、 $R = (A/\pi)^{1/2}$ の半径をもつ円管の場合に予想される結果が近似的に適用できると考えられる。したがって、これらの管の加熱は $R = (A/\pi)^{1/2}$ の半径をもつ円管の加熱と同様になる。

(発明の効果)

この発明は、気体の流れによって微粒子を輸送する管を加熱して、管内壁の表面温度を、管入口からの距離xのべき級数と、距離xの実数乗との積に比例して増加させているので、管内壁の近傍における気体の温度勾配が所望の状態となって、微粒子がブラウン運動による拡散によって管内壁に付着することが防止されるようになる。」

(C)第2図を別紙の通り補正する。

